

DOI:10.16515/j.cnki.32-1722/n.2019.02.014

# 甘薯病毒病复合体对不同甘薯品种品质的影响

张成玲, 杨冬静, 孙厚俊, 马居奎, 谢逸萍\*

(江苏徐淮地区徐州农业科学研究所, 农业部甘薯生物学与遗传育种重点实验室, 江苏 徐州 221131)

**摘要:**为明确甘薯病毒病复合体(Sweet Potato Virus Disease, SPVD)对甘薯生长和产量形成的影响,以徐薯22等8个不同肉色甘薯品种为试验材料,通过嫁接SPVD,测定了甘薯生物学产量及块根中主要营养品质。结果表明,嫁接SPVD后,所有甘薯蔓长变短、基部分枝数增多、单株地上鲜重增加;不同品种小区产量为6.53~12.75 kg,与其对应的健康处理差异显著;病毒侵染后能提高甘薯地上干率;病毒降低了甘薯薯块干物质的积累、淀粉和蛋白质的合成和积累、胡萝卜素和花青素含量,但显著提高了薯块还原糖的积累。

**关键词:**甘薯病毒病复合体; 品质; 花青素; 胡萝卜素

中图分类号:S531

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2019)02-0061-04

## The Effects on Nutrient Quality of Different Varieties of Sweet Potato Infected by SPVD

ZHANG Cheng-ling, YANG Dong-jing, SUN Hou-jun, MA Ju-kui, XIE Yi-ping\*

(Xuzhou Institute of Agricultural Sciences in Jiangsu Xuhuai Area, Key Laboratory of Biology and Genetic Improvement of Sweet Potato, Xuzhou 221131, China)

**Abstract:** This study was conducted to analyze the nutrient quality of SPVD-infected sweet potato, and eight healthy sweet potato varieties(such as Xushu 22, et al.)with different colors, were used for grafting SPVD. The effects of SPVD on biological characteristics and nutrient quality of sweet potato tubers were determined, and the changes of nutritional quality indexes of sweet potato tubers were evaluated. The results showed that the vine length became shorter, the branches number were increased, the fresh weight per plant were increased and the yield were decreased after grafting SPVD. SPVD was also affected the accumulation of dry matter in sweet potato plants. The above-ground drying rate of sweet potato was increased, the dry matter accumulation, the synthesis and accumulation of starch and protein, the contents of carotene and anthocyanin of sweet potato tubers were decreased, but the accumulation of reducing sugar in sweet potato tubers was increased significantly.

**Key words:** sweet potato virus disease; quality; anthocyanin; carotin serlabo

甘薯(*Ipomoea batatas*(L.)lam.)旋花科(牵牛花科)植物,起源于美洲,是保证粮食安全的底线作物<sup>[1-3]</sup>。甘薯富含碳水化合物、粗纤维、胡萝卜素、花青素等营养成分,但不同肉色甘薯品种的营养物质含量差异明显,如紫色甘薯花青素含量高于胡萝卜素,而橙色或桔红色甘薯胡萝卜素的含量高。营养成分的

---

收稿日期:2019-03-19

基金项目:国家重点研发计划项目(2018YFD1000703, 2018YFD1000700);国家甘薯产业技术体系项目(CARS-10-B15);江苏省自然科学基金(BK20140230)

作者简介:张成玲(1983—),女,山东淄博人,副研究员,博士,主要从事甘薯病虫害研究。

通信作者:谢逸萍(1962—),女,广东罗定人,研究员,主要从事甘薯病虫害研究。

差异对甘薯用途具有指导意义。如胡萝卜素含量高的橙色或桔红色的品种被引进到发展中国家解决维生素A缺乏症<sup>[1]</sup>,花青素具有很强的抗氧化、杀菌等作用,因此紫色甘薯品种具有较强的保健功能<sup>[4-6]</sup>。但是甘薯病害,尤其是病毒病的发生影响了甘薯产量和品质。

马铃薯Y病毒属病毒是甘薯上一类重要的病毒,经常与其他病毒复合侵染,造成更为严重的产量损失<sup>[7-9]</sup>。甘薯病毒病复合体(Sweet Potato Virus Disease, SPVD)就是由该属病毒甘薯羽状斑驳病毒(Sweet Potato Feathery Mottle Virus, SPFMV)与毛形病毒属的甘薯褪绿矮化病毒(Sweet Potato Chlorotic Stunt Virus, SPCSV)共同侵染的一种病毒病,引起产量损失80%~90%,甚至绝产绝收,是一种毁灭性病害<sup>[10]</sup>。目前对该病的防治主要采用预防为主和消灭传毒介体的方法,尚未有免疫品种,但不同品种之间存在差异。本研究采用嫁接病毒,研究其对不同肉色甘薯生物学、产量及品质的影响,从而为抗病毒育种提供理论依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 材料

选择不同肉色品种健康甘薯薯苗为试验材料。①白肉甘薯:徐薯22和商薯19;②黄或桔红肉甘薯:龙薯9号、烟薯25、苏薯8号;③紫肉甘薯:渝紫薯7号、徐紫薯6号、济黑1号。采集商薯19 SPVD薯苗备用。

### 1.2 试验方法

试验于2017年6—10月和2018年6—10月在江苏徐淮地区徐州农业科学研究所试验田进行,试验田土壤为沙壤土,试验地前茬作物为小麦,收获后旋耕麦茬还田。每个实验品种设2个处理:健康及嫁接病毒处理。每处理3次重复,每重复40棵,田间试验采取随机区组排列,每处理之间设有两行保护行。于收获期测量每小区植株蔓长、基部分枝数、地上鲜重和地下鲜重;收获后将甘薯地上部分和薯块洗净晾干,切成2~3 cm的长条,称取100 g于烘箱内105 °C杀青30 min,80 °C烘至恒重,测定甘薯地上和地下干物质量,并分别计算其干率。将薯块干样磨碎,利用VECTOR22/N型傅立叶变换近红外反射光谱仪(德国BRUKER光谱仪器公司),测定块根干样中淀粉、粗蛋白和还原糖含量<sup>[11-12]</sup>。采用柠檬酸-磷酸氢二钠缓冲液法测定薯块花青素含量<sup>[6]</sup>,丙酮法测定甘薯胡萝卜素含量<sup>[13]</sup>。

### 1.3 数据处理

所得数据用Excel及DPS软件Tukey多重比较方法进行处理。

## 2 结果与分析

### 2.1 SPVD对甘薯生物学特性和产量的影响

栽种后7 d,嫁接SPVD病毒,收获后RT-PCR检测嫁接植株均为阳性,健康处理检测为阴性。收获时,测量不同处理的甘薯蔓长、分枝等。从表1可知,嫁接后不同甘薯品种蔓长均变短、基部分枝数明显增多,但不同品种变化幅度不同,徐薯22、商薯19、烟薯25、渝紫薯7号、徐紫薯6号和济黑1号蔓长显著短于健康植株,商薯19、龙薯9号、苏薯8号、渝紫薯7号及济黑1号等分枝数明显多于健康植株。收获时,每个品种嫁接病毒后单株地上鲜重增加,但商薯19与健康植株变化不显著;小区产量明显降低,与健康薯苗处理差异显著。

### 2.2 SPVD对甘薯营养品质的影响

收获后,测量各处理的地上部和甘薯薯块干率,表2显示,SPVD侵染甘薯后,影响植株干物质的积累。地上部甘薯干率表明,病毒侵染甘薯后能提高甘薯地上干率,但商薯19和烟薯25嫁接病毒后与其健康植株未有显著差异。地下干率结果表明,病毒侵染后不同程度降低了甘薯薯块干物质的积累,但徐薯22等5个品种与其健康植株未达到差异显著性。

甘薯薯块粗淀粉、还原糖及粗蛋白质的测定表明,SPVD降低了甘薯薯块中粗淀粉和粗蛋白质的合成和积累,但显著提高薯块中还原糖的积累(表2)。

表1 SPVD对甘薯生物学特性和产量的影响

品种	处理	蔓长/cm	分枝数/个	单株地上鲜重/kg	小区产量/kg
徐薯 22	健康	295.7aA	7.0aA	1.06bB	27.50aA
	嫁接病毒	153.0bB	9.0aA	1.46aA	6.55bB
商薯 19	健康	232.3aA	6.0bB	0.91aA	20.89aA
	嫁接病毒	153.0bB	11.7aA	1.07aA	10.79bB
龙薯 9 号	健康	104.7aA	7.7bB	0.46bB	20.63aA
	嫁接病毒	77.0bA	11.0aA	0.79aA	6.66bB
烟薯 25	健康	198.3aA	5.0aA	0.84bA	21.34aA
	嫁接病毒	136.7bA	8.3aA	1.04aA	9.08bB
苏薯 8 号	健康	126.0aA	6.0bA	0.73bB	26.13aA
	嫁接病毒	99.7aA	10.7aA	1.44aA	6.53bB
渝紫薯 7 号	健康	196.7aA	6.3bA	0.68bA	24.68aA
	嫁接病毒	131.7bA	12.7aA	0.83aA	10.25bB
徐紫薯 6 号	健康	159.3aA	9.7aA	1.00bB	19.63aA
	嫁接病毒	107.0bB	12.3aA	1.58aA	12.75bB
济黑 1 号	健康	276.7aA	4.0bA	0.65bA	19.87aA
	嫁接病毒	118.0bB	8.3aA	0.75aA	6.95bB

注:数值后不同大、小写字母分别表示在 0.01 和 0.05 水平上差异显著,后同。

表2 SPVD对甘薯地上、地下率及营养品质的影响

品种	处理	地上干率/%	地下干率/%	粗淀粉质量分数/%	粗蛋白质质量分数/%	还原糖质量分数/%
徐薯 22	健康	12.17bB	27.70aA	53.73aA	7.32bB	1.24bB
	嫁接病毒	14.31aA	24.96aA	46.06bA	8.45aA	3.90aA
商薯 19	健康	12.00aA	26.74aA	57.22aA	9.20bA	1.50bB
	嫁接病毒	11.89aA	22.77bA	49.34bB	10.43aA	4.14aA
龙薯 9 号	健康	14.27bB	22.37aA	45.87aA	7.64aA	2.88bA
	嫁接病毒	18.27aA	18.58bB	40.53bA	7.81aA	3.51aA
烟薯 25	健康	13.99aA	26.18aA	42.43aA	11.39bA	1.70bB
	嫁接病毒	13.82aA	20.82bA	38.53aA	12.01aA	3.06aA
苏薯 8 号	健康	15.70bB	26.85aA	58.14aA	10.12aA	3.11bA
	嫁接病毒	19.79aA	22.31aA	48.81aA	10.39aA	2.93aA
渝紫薯 7 号	健康	11.04bB	26.78aA	55.42aA	7.30aA	2.34bB
	嫁接病毒	12.58aA	24.68aA	50.38bB	7.14aA	3.87aA
徐紫薯 6 号	健康	12.63bB	24.61aA	57.60aA	8.77bB	2.9bB
	嫁接病毒	14.70aA	21.30aA	51.87bB	10.73aA	3.64aA
济黑 1 号	健康	13.30bB	27.47aA	56.08aA	6.88aA	2.50bB
	嫁接病毒	16.58aA	25.90aA	51.06bA	6.54aA	3.24aA

### 2.3 SPVD 对甘薯花青素和胡萝卜素的影响

图 1 显示,嫁接 SPVD 后,3 个品种花青素含量减低,其中济黑 1 号的花青素含量降低幅度最大,每 100 g 鲜样比健康植株降低 17.78 mg,与健康植株差异极显著,徐紫薯 6 号处理与健康无明显差异(图 1a)。龙薯 9 号、烟薯 25、苏薯 8 号的胡萝卜素含量均降低,但是都与健康植株差异不显著(图 1b)。

## 3 结论与讨论

世界上已报道的甘薯病毒有 30 多种,我国目前已知 20 余种,但还有许多病毒尚未发现,这些病毒可能存在于块根或者种子中数十年甚至更久,从而扩散到世界各地。生产上,往往有两种或两种以上病毒侵染同一株甘薯,造成更为严重的产量损失,其中 SPVD 是 SPFMV 和 SPCSV 复合侵染甘薯的一种病毒病,造成甘薯植株矮化、分枝数增多、节间变粗短、叶片皱缩等。病毒不仅影响甘薯地上生长也对甘薯产量造成严重威胁,是甘薯生产的一大威胁,本研究通过嫁接 SPVD,也验证了此观点。

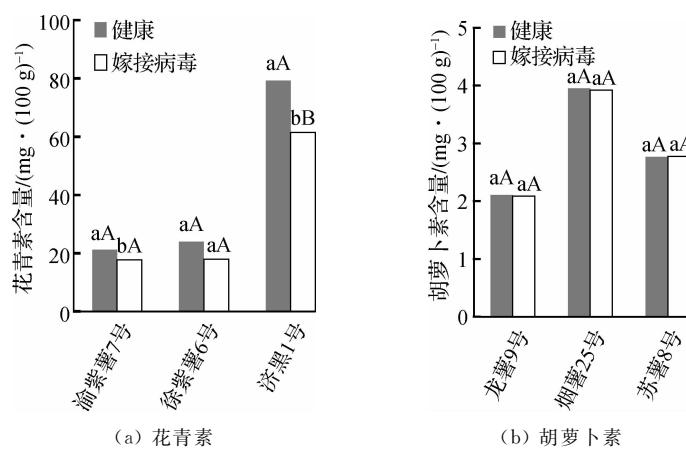


图1 SPVD对甘薯花青素和胡萝卜素含量积累的影响

营养成分是甘薯品质的主要考核指标,SPVD不仅对甘薯生物学特性有影响,还影响了甘薯对营养物质的吸收和积累。病毒不仅阻碍了甘薯部分营养物质的输送,造成地上干率增加,地下干率降低;而且降低薯块中粗淀粉和蛋白质的含量,提升还原糖的含量。花青素含量高是紫甘薯的一大特点,具有很好的药用和保健作用,SPVD影响了薯块中花青素的合成,尤其是济黑1号花青素含量比健康植株降低明显。但SPVD对甘薯中胡萝卜素影响不大。近几年研究表明,病毒的防治工作远比想象中艰难,尚无有效的化学防治药剂。本研究只采用部分品种进行比较和鉴定,需对更多甘薯品种进行鉴定。

培育和筛选抗病毒病品种是有效防病措施,因此,本研究明确了病毒对不同甘薯品种生物学特性、产量及营养成分的影响特点,对培育和筛选适合当地或不同用途的种植品种具有重要的指导意义。

#### 参考文献:

- [1] Loebenstein G, Thottappilly G. The sweet potato[M]. New York: Springer Science Business Media B V, 2009: 9 – 103
- [2] Gibson R W, Mwanga R O, Namanda S, et al. Review of sweetpotato seed systems in East and Southern Africa[M]. Lima: Integrated Crop Management Working Paper, International Potato Center(CIP), 2009
- [3] 马代夫,李强,曹清河,等.中国甘薯产业及产业技术的发展与展望[J].江苏农业学报,2012,28(5):969 – 273
- [4] Asadi K, Ferguson L R, Philpott M, et al. Cancer-preventive properties of an anthocyanin-enriched sweet potato in the APCMIN mouse model[J]. J Cancer Prev, 2017,22(3):135 – 146
- [5] Panda S K, Panda S H, Swain M R, et al. Anthocyanin rich sweet potato(*Ipomoea batatas* L.)beer: technology, biochemical and sensory evaluation[J]. Journal of Food Processing & Preservation, 2015,39(6):10
- [6] 王关林,岳静,李洪艳,等.甘薯花青素的提取及其抑菌效果分析[J].中国农业科学,2005,38(11):2321 – 2326
- [7] Clark C A, Hoy M W. Effects of common viruses on yield and quality of Beauregard sweetpotato in Louisiana[J]. Plant Dis, 2006,90:83 – 88
- [8] Clark C A, Smith T P, Ferrin D M, et al. Performance of sweetpotato foundation seed after incorporation into commercial operations in Louisiana[J]. HortTechnology, 2010,20:977 – 982
- [9] Karyeija R F, Gibson R W, Valkonen J P T. The significance of sweet potato feathery mottle virus in subsistence sweet potato production in Africa[J]. Plant Dis, 1998,82:4 – 15
- [10] Njeru R W, Mburu M W K, Cheramgoi E, et al. Studies on the physiological effects of viruses on sweet potato yield in Kenya[J]. Annals of Applied Biology, 2015,145(1):71 – 76
- [11] 夏军,章茜,袁丽亚,等.甘薯渣固态发酵生产富含赖氨酸的菌体蛋白[J].淮阴师范学院学报,2017(4):329 – 334
- [12] 唐忠厚,魏猛,陈晓光,等.不同肉色甘薯块根主要营养品质特征与综合评价[J].中国农业科学,2014,47(9):1705 – 1714
- [13] Ma D F, Li Q, Li X Y, et al. Selection of parents for breeding edible varieties of sweet potato with high carotene content [J]. Agricultural Sciences in China, 2009,8(10):1166 – 1173

(责任编辑:湛 江)